



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**  
10 **DE 41 02 496 A 1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>:  
**B 60 T 8/48**  
B 60 T 7/12  
B 60 T 8/60  
B 60 T 8/40  
B 60 T 8/42  
B 60 T 8/36  
B 60 K 28/16  
B 60 T 8/32

21 Aktenzeichen: P 41 02 496.6  
22 Anmeldetag: 29. 1. 91  
43 Offenlegungstag: 20. 2. 92

DE 41 02 496 A 1

Mit Einverständnis des Anmelders offengelegte Anmeldung gemäß § 31 Abs. 2 Ziffer 1 PatG

71 Anmelder:  
Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 7000 Stuttgart,  
DE

72 Erfinder:  
Steiner, Manfred, Dipl.-Ing., 7057 Winnenden, DE;  
Reichelt, Werner, Dr.-Ing., 7300 Esslingen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 **Brmsdruck-Steuerinrichtung**

57 Bei einer hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage für ein Straßenfahrzeug mit Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung, das sowohl mit einem Antiblockiersystem (ABS) als auch mit einer Antriebs-Schlupf-Regleinrichtung ausgerüstet ist, die nach dem Prinzip arbeitet, ein zum Durchdrehen neigendes angetriebenes Fahrzeugrad durch Aktivierung seiner Radbremse wieder zu verzögern, ist auch für den Bremskreis der nicht angetriebenen Vorderräder des Fahrzeugs eine zu der ASR analoge Bremsdruck-Steuerinrichtung vorgesehen, die - zusammen mit der ASR für die angetriebenen Hinterräder des Fahrzeugs - im Sinne einer automatischen Bremsdrucksteuerung aktiviert wird, wenn der Fahrer das Bremsgerät in einer Weise betätigt, daß die zeitliche - Anstiegsrate  $p$  des Druckes im Bremsgerät größer ist als ein vorgegebener Schwellenwert  $p_s$ . Der Bremsdruck wird dann automatisch so gesteuert, daß sich eine optimale Fahrzeugverzögerung ergibt. Mittels zur Erfassung der Ausgangsdrücke des Bremsgerätes sowie zur Erfassung der Bremsdrücke in den Radbremsen vorgesehener Drucksensoren, die elektrische Anstiegssignale erzeugen, ist eine einfache Steuerung im Sinne eines Soll-Istwert-Vergleiches möglich.

DE 41 02 496 A 1

Die Erfindung betrifft eine Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-Bremsanlage, insbesondere zwei Kreis-Bremsanlagen mit statischen Bremskreisen, in die durch Pedalbetätigung eines Bremsgeräts pedalkraft-proportionale Drücke einkoppelbar sind, mit einem auf dynamisch stabiles Verzögerungsverhalten des Fahrzeuges ausgelegten Antiblockiersystem und mit einer auf den momentanen Betätigungszustand des Bremsgeräts ansprechenden, für diesen charakteristische elektrische Ausgangssignale, die ein Maß für den vom Fahrer gewünschten Betrag der Bremskraft bzw. Fahrzeugverzögerung sind, erzeugenden Sensoreinrichtung, deren Ausgangssignale einer elektronischen Steuereinheit zugeleitet sind, die aus einer Verarbeitung dieser Ausgangssignale Ansteuersignale für eine Bremsdruckstellereinrichtung erzeugt, durch deren Ansteuerung mindestens in die Vorderradbremse des Fahrzeuges ein höherer Bremsdruck einkoppelbar ist als der mit dem momentanen Betätigungszustand des Bremsgeräts verknüpfte Erwartungswert des Bremsdruckes, wobei eine Ansteuerung der Bremsdruckstellereinrichtung im Sinne der erhöhten Bremsdruckentfaltung mindestens dann ausgelöst wird, wenn die Änderungsrate der bei einer Bremsdruck-Aufbau-Betätigung des Bremsgerätes den Betätigungszustand desselben repräsentierenden Größe einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.

Eine derartige Bremsdruck-Steuereinrichtung wird für eine selbsttätige Steuerung eines den Gegenstand der eigenen, älteren Patentanmeldung P 40 28 290.2 - 21 bildenden "Verfahrens zur Verkürzung des Bremsweges in kritischen Fahrsituationen" benötigt, dessen weitere charakteristische Merkmale darin bestehen, daß der automatische Bremsvorgang ausgelöst wird, wenn die Geschwindigkeit der Bremspedal-Betätigung einen Schwellenwert überschreitet, was als Kriterium dafür gewertet wird, daß der Fahrer auch ein entsprechend rasches und im Sinne einer hohen Fahrzeugverzögerung wirksames Ansprechen der Bremsanlage erzielen möchte. Zur Erfassung der Bremspedalstellung und deren zeitlicher Änderung kann ein Pedalweggeber benutzt werden, der für die Pedalstellung charakteristische elektrische Ausgangssignale erzeugt, aus deren - zeitlich - differenzierender Verarbeitung auf einfache Weise auch die Geschwindigkeit ermittelt werden kann, mit der das Bremspedal betätigt wird. Der automatische Bremsvorgang selbst kann in der Weise gesteuert werden, daß, sobald der kritische Ansprech-Schwellenwert überschritten wird, das Bremsgerät - ventilgesteuert - gegen die Hauptbremsleitungen der Bremskreise abgesperrt wird und die Radbremsen, ebenfalls ventilgesteuert, direkt oder über einen Druckmodulator mit dem Ausgangsdruck einer Hilfsdruckquelle beaufschlagt werden.

Bei dieser Art der Realisierung der Bremsdruck-Steuereinrichtung ist zwar die Auslösung des automatischen Bremsvorganges auf einfache Weise möglich, sobald dieser jedoch eingesetzt hat, mit der Folge, daß das Bremsgerät gegen die Radbremsen abgesperrt ist und dadurch das Bremspedal gleichsam "hart" geworden ist, ist in soweit eine wegababhängige Steuerung des automatischen Bremsvorganges nicht mehr möglich, es sei denn, daß zusätzliche Puffervolumina vorgesehen werden, in die, auch wenn das Bremsgerät gegen die Bremskreise abgesperrt ist, Bremsflüssigkeit aus dem Bremsgerät verdrängt und in soweit eine Pedalweg-Simula-

tion erzielt werden kann, aus deren Zeitverlauf dann auch wieder der Fahrerwunsch hinsichtlich der erwarteten Fahrzeugverzögerung erkennbar und der automatische Bremsvorgang im Sinne einer Nachlauf-Regelung steuerbar ist.

Die hierfür erforderlichen konstruktiven Maßnahmen sind jedoch mit erheblichem technischem Aufwand und auch nicht unbeachtlichem Raumbedarf verknüpft.

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine zur Durchführung des in der Patentanmeldung P 40 28 290.2 - 21 erläuterten Verfahrens der eingangs genannten Art geeignete Bremsdruck-Steuereinrichtung anzugeben, die bei gleichwohl einfachem und raumsparendem Aufbau eine verfahrensgerechte Steuerung des automatisch gesteuerten Bremsvorgangs ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die hiernach vorgesehene Überwachung der Pedalbetätigungskraft bzw. des aus dieser resultierenden und hiermit direkt korrelierten Ausgangsdruckes, der im Bremsgerät erzeugt wird, als Zustandsgröße, aus deren zeitlicher Änderung der Fahrerwunsch hinsichtlich der zu erreichenden Fahrzeugverzögerung erkannt wird und Absperrung des Bremsgeräts gegen die Hauptbremsleitung jeweils desjenigen Bremskreises, in welchem, nach einem Überschreiten des Schwellenwertes der Änderungsrate der überwachten Zustandsgröße der Bremsdruck automatisch gesteuert wird, ermöglicht die Verwendung von Kraftoder Drucksensoren, die, z. B. in gängiger DMS-Technik realisiert, in günstig raumsparenden Versionen zur Verfügung stehen und daher, ohne montagetechnische Probleme aufzuwerfen, am Bremsgerät des Fahrzeuges angeordnet werden können, ohne daß im übrigen konstruktive Veränderungen am Bremsgerät selbst oder an einer in unmittelbarer Nähe desselben angeordneten Hydraulikeinheit des Antiblockiersystems des Fahrzeuges getroffen werden müßten. Zwar sind solche Kraft- oder Drucksensoren, die - generell - als Weg-Spannungswandler anzusprechen sind, die zur Erzeugung von elektrischen Meßsignalen mit relativ hohen und daher leicht auswertbaren Signalpegeln mit sehr kleinen Deformationen eines Probekörpers auskommen und daher mit entsprechend geringem Raumbedarf realisierbar sind, in der Regel deutlich teurer als z. B. resistive oder induktive Weggeber, dennoch wird dieser Nachteil durch die konstruktiven Vorteile hinsichtlich Bauweise und Einfachheit der Montage im Rahmen des erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuergeräts bei weitem überkompensiert. Als wesentlicher meßtechnischer Vorteil kommt hinzu, daß die Pedalbetätigungskraft und/oder der aus dieser resultierende, im Bremsgerät erzeugte Druck und dessen zeitlicher Verlauf ein wesentlich zuverlässigeres Maß für den vom Fahrer gewünschten Betrag der Fahrzeugverzögerung darstellt, als der Pedalbetätigungsweg, da letzterer im Allgemeinen mit einem nicht unerheblichen "Leerweg" behaftet ist, innerhalb dessen eine die Ausgangssignale eines Pedalweg-Sensors verarbeitende elektronische Steuereinheit des Bremsdruck-Steuergeräts durch ein unachtsames "Antippen" des Bremspedals sehr leicht "getäuscht" werden könnte, mit der Folge, daß ein relativ scharfer automatisch gesteuerter Bremsvorgang ausgelöst wird, der nicht beabsichtigt war.

Derartige Fehlbremungen werden bei dem erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuergerät von vornherein dadurch zuverlässig vermieden, daß als Ansprechschwelle für die Einleitung eines automatischen Brems-

vorganges die Änderung einer Größe — Betätigungskraft oder Bremsdruck — ausgenutzt wird, deren Änderungsbetrag erst dann erfaßbar wird, nachdem sie einen und sei es auch nur geringen Absolutbetrag erreicht hat, der ein sicheres Indiz dafür ist, daß die Einleitung einer automatischen Bremsung auch situationsgerecht ist.

In einfachstmöglicher Gestaltung der Bremsdruck-Steuereinrichtung ist ein Drucksensor vorgesehen, der den Druck in einem der Ausgangsdruckräume des Bremsgeräts überwacht und ein für diesen charakteristisches elektrisches Spannungssignal erzeugt, wobei es, die übliche Tandem-Bauweise eines Zweikreis-Hauptzylinders vorausgesetzt, am vorteilhaftesten ist, wenn der Druck im Primär-Ausgangsdruckraum eines solchen Hauptzylinders überwacht wird.

Wenn, wie gemäß Anspruch 3 vorgesehen, mindestens ein Drucksensor vorhanden ist, der ein für den Druck in einer der Radbremsen charakteristische elektrische Ausgangssignale erzeugt, so ist auf einfache Weise ein Soll-Ist-Wert-Vergleich des den Fahrerwunsch repräsentierenden Druckes im Bremsgerät und des tatsächlich in die Bremskreise eingekoppelten Druckes möglich, wodurch die Bremsdruck-Steuerung besonders einfach wird. In Kombination mit einer Antiblockierregelung, die an den Vorderrädern des Fahrzeuges mit Einzelradregelung arbeitet, ist es besonders vorteilhaft, wenn für jede der beiden Vorderradbremsen auch je ein eigener Drucksensor vorhanden ist.

Wenn das Fahrzeug einen Hinterachs-Antrieb hat und mit einer Antriebs-Schlupf-Regelung ausgerüstet ist, gegebenenfalls auch mit einer elektronischen Bremskraft-Verteilungssteuerung, die im Teilbremsbereich eine Anhebung des Bremskraft-Anteils der Hinterrad-Bremsen ermöglicht, so ist in bevorzugter Gestaltung auch für jede der beiden Hinterradbremsen je ein Drucksensor vorgesehen, um bedarfsgerecht die Bremsdruck-Zumessung zu den Hinterradbremsen steuern zu können.

Durch die Merkmale des Anspruchs 6 ist eine Gestaltung eines Bremsdruck-Stellgliedes der Bremsdruck-Steuereinrichtung angegeben, das eine sehr rasche und feinfühligere Bremsdruck-Steuerung mit Hilfe von druckgesteuerten Druckmodulatoren ermöglicht.

In Kombination hiermit ist durch die Merkmale des Anspruchs 7 eine einfache Magnetventilsteuerung für die Antriebsdruck-Beaufschlagung solcher Druckmodulatoren angegeben.

Bei der den Merkmalen des Anspruchs 8 entsprechenden Realisierung der Bremsdruck-Steuereinrichtung ist diese an den nicht angetriebenen Vorderrädern des Fahrzeuges in Analogie zu einer auf die als angetriebenen vorausgesetzten Hinterräder des Fahrzeuges wirkenden Antriebs-Schlupf-Regelung ausgebildet, in welchem Falle es, wie gemäß Anspruch 9 vorgesehen, genügt, als zusätzliches Funktionselement für einen Vorderachs-Bremskreis eine Vorladepumpe vorzusehen, wenn das Antiblockiersystem nach dem Rückförderprinzip arbeitet und für die Bremsdruckversorgung die Rückförderpumpe des Vorderachs-Bremskreises als Hilfsdruckquelle ausgenutzt wird.

Anstelle den Ausgangsdruckräumen des Bremsgeräts zugeordneter Drucksensoren kann auch ein z. B. in der Art einer Meßdose ausgebildeter, am Bremspedal angeordneter Kraftsensor zur Auslösung einer automatischen Bremsung vorgesehen sein.

Die erfindungsgemäße Bremsdruck-Steuerung ist sowohl baulich und funktionell in ein Antiblockier-System, das nach dem Rückförderprinzip arbeitet, integrierbar,

als auch als Zusatzgerät realisierbar, das gleichsam Abschnitte der Hauptbremsleitungen bildet, die vom Bremsgerät zu den Radbremsen der einzelnen Bremskreise führen.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung spezieller Ausführungsbeispiele anhand der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 ein elektrohydraulisches Blockschaltbild einer hydraulischen Zweikreis-Bremsanlage eines Straßenfahrzeuges, das mit einem Antiblockier-System und einer zwischen dieses und das Bremsgerät geschalteten, erfindungsgemäßen Bremsdruck-Steuereinrichtung ausgerüstet ist, bei der als Bremsdruck-Stellglieder einfache Druckmodulatoren vorgesehen sind, und

Fig. 2 ein elektrohydraulisches Blockschaltbild einer Bremsanlage für ein Straßenfahrzeug, das mit einem nach dem Rückförderprinzip arbeitenden Vier-Kanal-Antiblockier-System ausgerüstet ist, sowie mit einer auf die angetriebenen Hinterräder des Fahrzeuges wirkenden Antriebs-Schlupf-Regelung und mit einer in diese Regelung- und Steuerungseinrichtungen integrierten Bremsdruck-Steuereinrichtung, für die Komponenten des Antiblockier-Systems und der Antriebs-Schlupf-Regelung zweckanalog mit ausgenutzt sind.

In der in Fig. 1, auf deren Einzelheiten zunächst verwiesen sei, ist insgesamt mit 10 eine hydraulische Zweikreis-Bremsanlage eines durch diese repräsentierten Straßenfahrzeuges bezeichnet, das mit einer — erfindungsgemäßen — insgesamt mit 11 bezeichneten Bremsdruck-Steuereinrichtung ausgerüstet ist, deren Zweck es ist, aus der Art, wie der Fahrer die Bremsanlage 10 betätigt, zu "erkennen", ob der Fahrer eine mit mäßiger Fahrzeugverzögerung durchführbare Zielbremsung durchführen oder eine Vollbremsung mit möglichst hoher Fahrzeugverzögerung erreichen möchte, und auf den jeweiligen Fahrerwunsch gleichsam reagierend die Entfaltung einer geeigneten — hohen — Bremskraft selbsttätig zu steuern, die der Fahrer rein durch Betätigung der Bremsanlage 10, d. h., ohne die zusätzliche Bremskraft-Steuereinrichtung 11, nicht, zumindest nicht schnell genug einsteuern könnte.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 ist die Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 als Zusatzeinrichtung zu einer im übrigen als konventionell anzusehenden Zweikreis-Bremsanlage ausgebildet, die allerdings auch mit einem in der Fig. 1 lediglich schematisch angedeuteten Antiblockier-System 12 ausgerüstet ist, für das, ohne Beschränkung der Allgemeinheit, d. h., lediglich zum Zweck der Erläuterung, vorausgesetzt sei, daß es nach dem Rückförderprinzip arbeitend realisiert sei, wonach in Bremsdruck-Abbau-Phasen der Antiblockierregelung aus einer der Regelung unterworfenen Radbremse abgelassene Bremsflüssigkeit wieder in die Hauptbremsleitung des Bremskreises zurückgepumpt wird, an dem die Regelung aktiviert ist bzw. in einem diesem Bremskreis zugeordneten Ausgangsdruckraum des Bremsgeräts 13 der Bremsanlage 10. Das Antiblockiersystem 12 wird nach Aufbau und Funktion als bekannt vorausgesetzt und daher nicht eigens erläutert.

Im Rahmen der Bremsanlage 10 sind die Vorderradbremsen 14 und 16 zu einem statischen Vorderachs-Bremskreis I und die Hinterradbremsen 17 und 18 zu einem ebenfalls statischen Hinterachs-Bremskreis II zusammengefaßt.

Als Bremsgerät 13 ist bei den dargestellten, speziellen Ausführungsbeispielen jeweils ein Tandem-Hauptzylinder

der für sich bekannter, üblicher Bauart vorgesehen, der mittels eines Bremspedals 19 über einen — hydraulischen oder pneumatischen — Bremskraftverstärker 21 betätigbar ist und einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Primär-Ausgangsdruckraum 22 sowie einen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Sekundär-Ausgangsdruckraum 23 hat, die durch den Schwimmkolben 24 des Tandem-Hauptzylinders 13 druckdicht beweglich gegeneinander abgegrenzt sind. Die zweite axiale Begrenzung des Primär-Ausgangsdruckraumes 22 des Tandem-Hauptzylinders 13 ist durch dessen Druckstangenkolben 26 gebildet, an dem die durch die Pedalübersetzung erhöhte und durch den Bremskraftverstärker 21 verstärkte Betätigungskraft angreift.

Desweiteren ist bei dem Ausführungsbeispiel gemäß der Fig. 1 vorausgesetzt, daß das Fahrzeug einen Hinterachs-Antrieb habe, wobei das Antiblockier-System 12 an den Hinterradbremse 17 und 18 mit gemeinsamer Bremsdruckregelung nach dem Select-Low-Prinzip und am Bremskreis I der Vorderräder mit Einzelradregelung arbeitet, derart, daß an deren Radbremsen 14 und 16 auch "gegenphasig" Bremsdruck ab- und wieder aufgebaut werden kann.

Gemäß dieser Auslegung des Antiblockiersystems 12 hat dieses einen der linken Vorderradbremse 14 zugeordneten Druckausgang 27 und einen der rechten Vorderradbremse 16 zugeordneten Druckausgang 28, jedoch nur einen den beiden Hinterradbremse 17 und 18 zugeordneten Druckausgang 29, an denen die erforderlichenfalls geregelten Bremsdrücke für die Radbremsen 14 und 16 bzw. 17 und 18 bereitgestellt werden, sowie einen dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Bremsdruckeingang 31, der bei einem konventionellen Bremssystem der betrachteten Art direkt über die Hauptbremsleitung 32 des Vorderachs-Bremskreises II mit dem diesem zugeordneten Druckausgang 33 des Primär-Ausgangsdruckraumes 22 des Bremsgeräts 13 verbunden ist, sowie einen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckeingang 34, der bei einem konventionellen Bremssystem über die Hauptbremsleitung 36 des Hinterachs-Bremskreises II direkt mit dem diesem zugeordneten Druckausgang 37 des Sekundär-Ausgangsdruckraumes 23 des Bremsgeräts 13 verbunden ist.

Die Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 ist in zwei Untereinheiten 11' und 11'' unterteilt, die je einem der beiden Bremskreise I bzw. II zugeordnet sind, wobei die Untereinheit 11' gleichsam einen Abschnitt der vom Druckausgang 33 des Bremsgeräts 13 zu dem dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckeingang 31 des Antiblockiersystems 12 und die Untereinheit 11'' einen von dem dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckausgang 37 des Bremsgeräts 13 zu dem entsprechenden Druckeingang 34 des Antiblockiersystems 12 führenden Abschnitt der Hauptbremsleitung 32 bzw. der Hauptbremsleitung 36 der Bremsanlage 10 bilden.

Die beiden Untereinheiten 11' und 11'' umfassen in der aus der Fig. 1 ersichtlichen elektrohydraulischen Schaltungsanordnung je ein Funktionssteuerventil 38 bzw. 39, je einen Druckmodulator 43 bzw. 44, die je einzeln an den dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckeingang 31 des Antiblockiersystems 12 bzw. dessen dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckeingang 34 angeschlossen sind, sowie je ein Bremsdruck-Steuerventil 46 bzw. 47, mittels derer mit Hilfe der Druckmodulatoren 43 und 44 erzielbare

Bremsdruck-Aufbau-, Bremsdruck-Halte- und Bremsdruck-Abbau-Phasen am Vorderachs-Bremskreis I und am Hinterachs-Bremskreis II steuerbar sind, sowie eine für beide Untereinheiten 11' und 11'' der Bremsdruck-steuereinrichtung 11 ausgenutzte, auf hohem Ausgangsdruckniveau von z. B. 200 bar arbeitende Hilfsdruckquelle 48, die bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel mit Bremsflüssigkeit als Arbeitsmedium betrieben wird und demgemäß saugseitig an den Vorratsbehälter 49 des Bremsgeräts 13 angeschlossen ist.

Abgesehen von der Dimensionierung der beiden Druckmodulatoren 43 und 44 sind die beiden Untereinheiten 11' und 11'' identisch ausgebildet und funktionell völlig analog, so daß es ausreichend ist, lediglich den Aufbau der dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Untereinheit 11'' im Detail zu erläutern: Der Druckumsetzer 44 dieser Untereinheit 11'' ist als 1/1-Druckumsetzer ausgebildet, der ein zylindrisches Gehäuse 51 hat, innerhalb dessen durch einen druckdichtverschiebbaren Modulatorkolben 52 ein Ausgangsdruckraum 53, der mit Bremsflüssigkeit verfüllt ist, axial beweglich gegen einen Steuerdruckraum 54 abgegrenzt ist, durch dessen mittels des Bremsdruck-Steuerventils 47 steuerbare Druckbeaufschlagung mit dem am Druckausgang 56 der Hilfsdruckquelle 48 bereitgestellten Ausgangsdruck derselben in dem Ausgangsdruckraum 53 des Druckmodulators 44 ein Druckaufbaubar ist, der — über das Antiblockiersystem 12 — in die Hinterradbremse 17 und 18 des Fahrzeuges einkoppelbar ist.

Der Modulatorkolben 52 des Druckmodulators 44 wird durch eine als Wendelfeder dargestellte, vorgespannte Rückstellfeder 57 in seine dargestellte, mit maximalem Volumen des Ausgangsdruckraumes 53 verknüpfte Grundstellung gedrängt.

Der Ausgangsdruckraum 53 des Druckmodulators 44 ist permanent an einen Hauptbremsleitungsabschnitt 36' angeschlossen, der dessen Ausgangsdruckraum mit dem dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckeingang 34 des Antiblockiersystems 12 verbindet und mittels des Funktionssteuerventils 39 der Untereinheit 11'' gegen die Hauptbremsleitung 36 des Hinterachs-Bremskreises II absperrbar ist, die von dem Druckausgang 37 des Sekundär-Ausgangsdruckraumes 23 des Bremsgeräts 13 ausgeht.

Das Funktions-Steuerventil 39 ist als 2/2-Wege-Magnetventil ausgebildet, dessen Grundstellung 0 seine Durchflußstellung ist, in welcher der Druckausgang 37 des Sekundär-Ausgangsdruckraumes 23 des Bremsgeräts 13 einerseits mit dem Ausgangsdruckraum 53 des Druckmodulators 44 und andererseits über den Hauptbremsleitungs-Abschnitt 36' mit dem dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckeingang 34 des Antiblockiersystems 12 und über dieses mit den beiden Hinterradbremse 17 und 18 verbunden ist, dies jedenfalls bei einer der Antiblockierregelung nicht unterworfenen Bremsung.

Die bei Erregung seines Steuermagneten 62 mit einem elektrischen Steuersignal eingenommene erregte Stellung I ist die Sperrstellung des Funktions-Steuerventils 39, in welcher der Druckausgang 37 des Sekundär-Ausgangsdruckraumes 23 des Bremsgeräts 13 sowohl gegen Ausgangsdruckraum 53 des Druckmodulators 44 als auch gegen den von dem Funktions-Steuerventil 39 zu dem dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Druckeingang 34 des Antiblockiersystems 12 weiterführenden Abschnitt 36' der Hauptbremsleitung des Hinterachs-Bremskreises II abgesperrt ist.

Das Bremsdrucksteuerventil 47 der dem Hinterachs-

Bremskreis II zugeordneten Untereinheit 11" der Bremsdruck-Steuereinheit 11 ist als 3/3-Wege-Magnetventil ausgebildet, das eine Grundstellung 0 hat, in welcher der Hochdruck-Ausgang 56 der Hilfsdruckquelle 48 gegen den Steuerdruckraum 54 des Druckmodulators 44 abgesperrt, dieser Steuerdruckraum 54 jedoch über einen ersten Durchfluß-Pfad 63 des Bremsdruck-Steuerventils 47 mit dem — drucklosen, d. h. auf Atmosphärendruck befindlichen — Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter 49 des Bremsgeräts 13 verbunden ist. Durch Erregung des Steuer Magneten 64 des Bremsdrucksteuerventils 47 der Untereinheit 11" der Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 mit einem Steuersignal definierter — relativ niedriger — Steuerstromstärke von z. B. 3 A ist das Bremsdruck-Steuerventil 47 dieser Untereinheit 11" in eine sperrende — erste erregte — Stellung I steuerbar, in welcher der Steuerdruckraum 54 des Druckmodulators 44 sowohl gegen den Bremsflüssigkeits-Vorratsbehälter 49 des Bremsgeräts 13 als auch gegen den Hochdruck-Ausgang 56 der Hilfsdruckquelle 48 abgesperrt ist.

Durch Erregung des Steuer Magneten 64 des Bremsdruck-Steuerventils 47 der dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Untereinheit 11" der Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 mit einem Ansteuersignal definierter höherer Steuerstromstärke von z. B. 6 A wird das Brems-Steuerventil 47 in eine zweite, erregte Funktionsstellung II umgeschaltet, in welcher — über einen zweiten Durchflußpfad 66 des Bremsdruck-Steuerventils 47 — der Steuerdruckraum 54 des Druckmodulators 44 mit dem Hochdruck-Ausgang 56 der Hilfsdruckquelle 48 verbunden, gegen den drucklosen Vorratsbehälter 49 des Bremsgeräts 13 jedoch abgesperrt ist.

Die dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordnete Untereinheit 11' der Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 ist sowohl hinsichtlich des Aufbaus und der Funktion ihrer einzelnen Komponenten als auch hinsichtlich der schaltungstechnischen Einfügung zwischen den Druckausgang 33 des Primär-Ausgangsdruckraumes 22 des Bremsgeräts 13 und den dem Vorderachs-Bremskreis I zugeordneten Druckeingang 31 des Antiblockiersystems 12 der dem Hinterachs-Bremskreis II zugeordneten Untereinheit 11" der Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 völlig analog, und es kann daher, soweit zur Bezeichnung von Elementen des Druckmodulators 43, des Funktionssteuerventils 38 und des Bremsdrucksteuerventils 46 der Untereinheit 11' dieselben Bezugszeichen angegeben sind, wie zur Bezeichnung entsprechender Elemente der Untereinheit 11" auf deren Beschreibung verwiesen werden.

In den dargestellten Grundstellungen der Funktionssteuerventile 38 und 39, in denen die Druckausgänge 33 und 37 des Bremsgeräts 13 über den jeweiligen Durchflußpfad 67 der Funktionssteuerventile 38 bzw. 39 direkt mit den zugeordneten Druckeingängen 31 und 34 des Antiblockiersystems 12, oder, falls ein solches nicht vorgesehen sein sollte, — direkt — mit den zu den einzelnen Vorderradbremse 14 und 16 weiterführenden Bremsleitungszweigen 68 und 69 bzw. dem sich zu den Hinterradbremse 17 und 18 hin verzweigenden Abschnitt 36" der Hauptbremsleitung des Hinterachs-Bremskreises II verbunden sind, arbeitet die Bremsanlage 10 wie eine "normale" Bremsanlage, bei der der Bremsdruck in den Radbremsen, bedingt durch Elastizitäten der Bremsleitungen 32 und 36 sowie durch Reibungsverluste in den Radbremszylindern und dergleichen, mit einer nicht unerheblichen Zeitverzögerung den Drücken folgt, die durch eine Betätigung des

Bremspedals 19 in dem Primär-Ausgangsdruckraum 22 und dem Sekundär-Ausgangsdruckraum 23 des Bremsgeräts 13 aufgebaut werden.

Die Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 ermöglicht — zusätzlich zu dem insoweit geschilderten "normalen" Betriebsmodus der Bremsanlage 10 — auch einen Betriebsmodus, derart, daß der Bremsdruck, der in die Vorderradbremse 14 und 16 und in die Hinterradbremse 17 und 18 eingekoppelt wird, mit Hilfe der Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 erfolgt, wobei in diesem Betriebsmodus das Bremsgerät 13 "lediglich" als Sollwert-Steuergesetz benutzt wird, durch dessen Betätigung gleichsam der Fahrerwunsch "erkannt" wird, wie gebremst werden soll. Zu diesem Zweck ist das Bremsgerät 13 mit einem Druck-Sensor 71 ausgestattet, der elektrische Ausgangssignale erzeugt, die ein direktes Maß für den im Primär-Ausgangsdruckraum 22 des Bremsgeräts 13 herrschenden Druck sind.

Ein derartiger Drucksensor 76, der in den Fig. 1 und 2 — vereinfacht schematisch — als separates Bau- und Funktionselement dargestellt ist, kann auch baulich in das Bremsgerät 13 integriert sein. Geeignete Drucksensoren können mit Hilfe von sogenannten Dehnungsmeßstreifen realisiert sein, oder auch mit Hilfe von piezoelektrischen Elementen, wobei es lediglich darauf ankommt, daß die Ausgangssignale des Drucksensors 76 eindeutig mit den zu erfassenden Druck-Werten korreliert ist, damit aus einer Verarbeitung der Drucksensor-Ausgangssignale, die einer elektronischen Verarbeitungs- und Steuereinheit 72 zugeleitet sind, diese Signale in Einheiten des Bremsdruckes und/oder der Kraft, mit der das Bremspedal 19 betätigt wird, sowie der Änderungen dieser Größen — Druck bzw. Kraft — und damit auch hinsichtlich des Erwartungswertes eines Bremsdruckes bzw. einer Bremskraft, die der Fahrer erzielen möchte, auswertbar sind, wobei die elektronische Steuereinheit 72 aus der Verarbeitung der Druckgeber-Ausgangssignale Steuersignale zur Ansteuerung der Funktionssteuerventile 38 und 39 sowie der Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 und gegebenenfalls einer Pumpe 73 der Hilfsdruckquelle 48 erzeugen kann, mittels derer diese elektrisch steuerbaren Komponenten der Bremsdrucksteuereinrichtung 11 derart ansteuerbar sind, daß z. B. in den Radbremsen 14 und 16 des Vorderachs-Bremskreises I sowie den Radbremsen 17 und 18 des Hinterachs-Bremskreises II eine Bremsdruckentfaltung erzielt wird, die dem — mit Hilfe des Drucksensors 76 erkennbaren — Fahrerwunsch entspricht und insoweit weitestmöglich situationsgerecht ist.

Bevor nachfolgend weitere Varianten einer Sensor-Anordnung erläutert werden, die zur Erkennung und/oder "Überprüfung" des Fahrerwunsches geeignet sind, sei nunmehr anhand einer vielfach vorkommenden Bremsituation die Funktion der insoweit erläuterten Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 einschließlich des Druck-Sensors 76 und der elektronischen Steuereinheit 72 erläutert.

Es sei eine Verkehrssituation angenommen, in welcher eine Bremsung mit hoher Fahrzeugverzögerung erforderlich ist, z. B. während eines bei schneller Fahrt auf einer Autobahn erfolgenden Überholvorganges, der abgebrochen werden muß, weil ein vorausfahrendes, deutlich langsames Fahrzeug seinerseits auf die Überholspur wechselt. In dieser Situation muß der Fahrer das Bremspedal 19 schnell und mit erheblicher Pedalkraft betätigen.

Aus einer — differenzierenden — Verarbeitung des

sich entsprechend schnell ändernden Ausgangssignals des Druck-Sensors 76 "erkennt" die elektronische Steuereinheit 72, daß eine Bremsung erforderlich ist und erzeugt, sobald ein Schwellenwert  $p_s$  der Geschwindigkeit der Druckänderung im Primärausgangsdruckraum 22 des Bremsgeräts 13 überschritten ist, Ausgangssignale, durch die die Funktionssteuerventile 38 und 39 zunächst in deren sperrende Funktionsstellung I umgeschaltet werden, in denen die Ausgangsdruckräume 22 und 23 des Bremsgeräts 13 gegen die weiterführenden Abschnitte 32' und 36' der Hauptbremsleitungen 32 bzw. 36 der Bremsanlage 10 und die Druckmodulatoren 43 und 44 abgesperrt sind. Gleichzeitig mit dem Umschalten der Funktionssteuerventile 38 und 39 in deren — sperrende — Funktionsstellungen I wird die Hilfsdruckquelle 48 aktiviert, und, entweder gleichzeitig hiermit oder spätestens mit dem Umschalten der Funktionssteuerventile 38 und 39 in deren Funktionsstellung II, werden auch die Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 in deren Funktionsstellungen II umgeschaltet, in denen der Hochdruckausgang 54 der Hilfsdruckquelle 48 mit den Steuerdruckräumen 56 der Druckmodulatoren 43 und 44 verbunden ist, wodurch deren Kolben 52 eine Verschiebung im Sinne eines Druckaufbaus in den Ausgangsdruckräumen 53 erfahren, wobei der in den Ausgangsdruckräumen 53 aufgebaute Druck unmittelbar über das Antiblockiersystem 12 in die Radbremsen 14 und 16 bzw. 17 und 18 des Vorderachs-Bremskreises I und des Hinterachs-Bremskreises II eingekoppelt wird. In dieser einleitenden Phase der Bremsung werden die Steuerdruckräume 54 der Druckmodulatoren "schnell" und so lange mit dem hohen Ausgangsdruck der Hilfsdruckquelle 48 beaufschlagt, daß sich in den Radbremsen 14 und 16 sowie 17 und 18 der beiden Bremskreise I und II ein Bremsdruck einstellt, der, unabhängig davon, ob der Fahrer die Bremsanlage 10 bis auf maximalen Bremsdruck aussteuern möchte oder nicht, den für maximale Fahrzeugverzögerung charakteristischen Bremsdruck von z. B. 150 bar erreicht. Die Hilfsdruckquelle 48 ist dahingehend ausgelegt, daß die durch Einkopplung ihres Ausgangsdruckes in die Steuerdruckräume 54 der Druckmodulatoren 43 und 44 erreichbare Anstiegsrate des Bremsdruckes in den Radbremsen 14 und 16 sowie 17 und 18 größer ist als diejenige, die ein "durchschnittlich" kräftiger Fahrer durch Pedal-Betätigung der Bremsanlage 10 erreichen könnte.

Da in den Funktionsströmen I der Funktionssteuerventile 38 und 39 — deren Sperrstellungen — die Ausgangsdruckräume 22 und 23 des Bremsgeräts 13 gegen die von den Ventilen 38 und 39 weiterführenden Hauptbremsleitungs-Abschnitte 32' und 36' abgesperrt sind, wird das Bremspedal 19 gleichsam "hart", d. h., es kann auch bei größter Kraftaufwendung nicht weiter durchgedrückt werden. Der Fahrer hat in einer solchen Phase einer Brems-Situation nicht mehr den Pedalweg als diesbezügliches Maß zur Verfügung, sondern allein noch die Reaktionskraft des Bremspedals 19, die der von ihm ausgeübten Betätigungskraft gleich ist. "Nachgiebigkeit" besteht allenfalls noch im Bereich des Fußes, mit dem der Fahrer das Bremspedal 19 niederdrückt. Da gleichwohl die Bremswirkung erhalten ist, wird der Fahrer diese "Reaktionen" der Bremsanlage, nachdem er sich an diese einmal gewöhnt hat, nicht als bedrohlich empfinden, sondern sich — psychisch — darauf sehr schnell einstellen, d. h., diese Pedalreaktion nicht als Indiz für eine Fehlfunktion der Bremsanlage 10 werten, zumal das Fahrzeug optimal verzögert wird und eine Steuerung der Bremsdruckentfaltung dahingehend

durchaus möglich ist, daß mit zunehmender Pedalkraft auch — vermittelt durch die Ausgangssignale des Drucksensors 76 — eine zunehmende Bremsdruckentfaltung eintritt. Insbesondere dieses "Verhalten" der Bremsanlage 10 ist geeignet, dem Fahrer die zuverlässige Funktion der Bremsanlage 10 zu signalisieren.

Der Fahrer hat es weiterhin "in der Hand", durch Steigerung der Pedalbetätigungskraft, oder Erniedrigen derselben, die Fahrzeugverzögerung zu steuern.

Betätigt der Fahrer das Bremspedal 19 mit einer zwar — zeitlich — zunehmenden Kraft, die aber zu einer zeitlichen Druckänderungsrate  $\dot{p}$  führt, die geringer ist als der Ansprechschwellenwert  $p_s$  der Bremsdruck-Steuereinrichtung 11, so wertet dies die elektronische Steuereinheit 72 dahingehend, daß die Fahrzeugverzögerung nunmehr dem Fahrerwunsch entspricht und gleicht nun selbsttätig den in den Radbremsen 14 und 16 sowie 17 und 18 herrschenden Bremsdruck an den im Primärausgangsdruckraum 22 des Bremsgeräts 13 herrschenden Druck an, was im allgemeinen eine Druckabsenkung in den Radbremsen 14 und 16 sowie 17 und 18 erfordert. Diese Bremsdruckabsenkung erfolgt zumindest in einer einleitenden Phase dadurch, daß die Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 — vorzugsweise gepulst und gemeinsam — zwischen ihren Funktionsstellungen I und 0 umgeschaltet werden, so daß sich eine schrittweise Bremsdruckabsenkung ergibt, deren Änderungsrate durch zweckgerechte Variation der Ansteuerzeiten bestimmbar ist, für die die Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 alternierend in ihre Sperrstellung I und ihre Grundstellung 0 geschaltet werden. Während solcher einleitender Druckabsenkungs-Phasen werden die Funktionssteuerventile 38 und 39 gleichwohl in ihrem erregten — sperrenden — Funktionsstellungen I gehalten, bis die elektronische Steuereinheit anhand für die Fahrzeuggeschwindigkeit und für die Fahrzeugverzögerung charakteristischer Eingaben "erkennt", daß der Bremsdruck nunmehr in guter Mehrung zumindest dem mittels des Drucksensors 76 erfaßten Ausgangsdruckes des Bremsgeräts 13 entspricht, wonach die elektronische Sperrereinheit 72 ein Ausgangssignal erzeugt, durch das die Funktionssteuerventile 38 und 39 in ihre Grundstellungen — ihre Durchflußstellungen — zurückgeschaltet werden, so daß ein "Restausgleich" der Drücke in den Radbremsen 14 und 16 bzw. 17 und 18 und den Ausgangsdruckräumen 22 und 23 des Bremsgeräts 23 stattfinden kann.

Wird im Verlauf der der Bremsdruck-Steuerung ein Maximalwert  $P_{max}$  des Bremsdruckes erreicht, der bei Ausnutzung höchstmöglicher Kraftschluß-Beiwerte zwischen der Fahrbahn und den gebremsten Fahrzeugrädern maximaler Fahrzeugverzögerung entspricht, das die elektronische Steuereinheit anhand kontinuierlich erfaßter dynamischer Daten des Fahrzeuges erkennt, oder ein durch ein Ansprechen des Antiblockiersystems 12 signalisierter Wert  $P_{reg}$ , der nunmehr durch die Antiblockierregelung begrenzt bzw. reduziert wird, um dynamisch stabiles Bewegungsverhalten des Fahrzeuges zu gewährleisten, so ist es zweckmäßig, wenn mit Eintreten einer solchen Situation die Funktionssteuerventile 38 und 39 in ihre sperrende Funktionsstellung I umgeschaltet werden, sofern sie es nicht schon waren, wodurch spätestens jetzt das Bremspedal 19, weil Bremsflüssigkeit aus den Ausgangsdruckräumen 22 und 23 des Bremsgeräts 13 nicht in die Bremskreise I und II hinein verdrängt werden kann, gleichsam "hart" wirkt, d. h., im Sinne einer Brems-Aufbau-Betätigung nicht mehr bewegt werden kann, und dadurch dem Fahrer eine sinn-



fällige Rückmeldung darüber erteilt wird, daß eine weitere Bremsdrucksteigerung nicht mehr sinnvoll ist.

Wenn der Fahrer das Bremspedal 19 "zurücknimmt", erkennt dies die elektronische Steuereinheit 72 wieder anhand des Ausgangssignals des Drucksensors 76 und des Änderungssinnes des Signals. Auch im Verlauf von Druckabsenkungsphasen einer Bremsung bleiben die Funktionssteuerventile 38 und 39, abgesehen von kurzzeitigen Öffnungsphasen zur Erzielung eines Druckausgleichs zwischen den Radbremsen und dem Bremsgerät, grundsätzlich geschlossen, und es werden durch zweckentsprechende Ansteuerung der Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 die Bremsdrücke in den Vorderradbremsen 14 und 16 sowie in den Hinterradbremsen 17 und 18 den mittels des Drucksensors 76 erfaßten Werten nachgeführt.

Hat während einer Bremsung die Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 einmal angesprochen, so bleibt sie aktiviert, solange das Ausgangssignal des Bremslichtschalters 74 der Bremsanlage 10 seinen für Bremsenbetätigung charakteristischen Signalpegel hat, mit dessen Abfallen erst die Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 ausgeschaltet wird, wonach die Funktionssteuerventile 38 und 39 und die Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 wieder ihre dargestellten Grundstellungen einnehmen, desgleichen die Kolben 58 der Pufferspeicher 41 und 42 und die Kolben 52 der Druckmodulatoren 43 und 44.

Eine Erläuterung des elektronisch-schaltungstechnischen Aufbaus der elektronischen Steuereinheit 72, welche die für den insoweit erläuterten Betrieb der Bremsdruck-Steuereinrichtung 11 erforderlichen Ansteuersignale für die Funktionssteuerventile 38 und 39, die Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 und die Hilfsdruckquelle aus der Verarbeitung der Ausgangssignale des Positions-Sensors 71 erzeugt, wird nicht als erforderlich angesehen, da eine zweckgerechte Realisierung der elektronischen Steuereinheit 72 dem Fachmann bei Kenntnis ihres Zweckes mit gängigen Mitteln der elektronischen Schaltungstechnik möglich ist.

Dies gilt auch dann, wenn die elektronische Steuereinheit 72 auf eine Verarbeitung von Ausgangssignalen weiterer Sensoren ausgelegt sein muß, so z. B. die Ausgangssignale eines weiteren Drucksensors 77, welcher für den im Sekundär-Ausgangsdruckraum 23 des Bremsgeräts 13 jeweils herrschenden Druck charakteristische Ausgangssignale erzeugt und/oder von weiteren Drucksensoren 78 und 79 sowie 81, welche elektrische Ausgangssignale abgeben, welche ein Maß für die in den Vorderradbremsen 14' und 16 bzw. in den Hinterradbremsen 17 und 18 herrschenden Bremsdrücke sind. Mittels der Ausgangssignale der Druck-Sensoren 76 und 77, die ein Maß für Bremsdruck-Sollwerte sind, die der Fahrer mittels des Bremsgeräts 13 einsteuern möchte und mittels der Bremsdruck-Sensoren 78 und 79 sowie 81, deren Ausgangssignale ein direktes Maß für die in den Vorderradbremsen 14 und 16 bzw. den Hinterradbremsen 17 und 18 gegebenen Ist-Werte der Bremsdrücke sind, ist auf einfache Weise ein Soll-Ist-Wert-Vergleich dieser Größen möglich, aus dem sich sehr schnell geeignete Ansteuersignale für die Bremsdruck-Steuerventile 46 und 47 gewinnen lassen.

Wenn im Verlauf einer Bremsung, die "langsam" und mit mäßiger Pedalbetätigungskraft begonnen hat, die Verkehrssituation es erfordert, daß plötzlich wesentlich stärker — "schärfer" — gebremst wird, mit der Folge, daß der Ansprechschwellenwert  $p_s$  der Änderungsrate des Bremsdruckes überschritten und demgemäß die Bremsdrucksteuereinrichtung erst im Verlauf einer

Bremsung aktiviert wird, so hat dies beim Ausführungsbeispiel der Bremsanlage 10 gemäß Fig. 1 zur Folge, daß erst mit dem Umschalten der Funktions-Steuerventile 38 und 39 zunächst einmal das Bremspedal 19 "hart" wird.

Das Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2, auf deren Einzelheiten nunmehr verwiesen sei, ist demjenigen gemäß Fig. 1 weitestgehend funktionsäquivalent, unterscheidet sich aber von diesem — in konstruktiver Hinsicht — dadurch, da zur Realisierung der bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 gleichsam als Funktionsblock 11 ausgebildeten Bremsdruck-Steuereinrichtung Komponenten des Antiblockiersystems 12 sowie einer Antriebs-Schlupf-Regleinrichtung 100, mit der das durch die Bremsanlage 10 gemäß Fig. 2 repräsentierte Fahrzeug ebenfalls ausgerüstet ist, mit ausgenutzt sind, so daß sich bei einem solchen Fahrzeug, bei dem auch eine elektronische Steuerung der Vorderachs-/Hinterachs-Bremskraftverteilung möglich ist, die Bremsdruck-Steuereinrichtung mit relativ geringem Mehraufwand realisieren läßt, der im wesentlichen darauf beschränkt ist, daß eine der Antriebs-Schlupf-Regleinrichtung entsprechende Regleinrichtung 100' auch für den Vorderachs-Bremskreis I vorgesehen ist.

Soweit in der Fig. 2 dargestellte Funktionselemente der Bremsanlage 10 mit denselben Bezugszeichen belegt sind wie Funktionselemente der in den Fig. 1 bis 3 dargestellten Bremsanlagen 10, soll dies den Hinweis auf Bau- und Funktionsgleichheit bzw. -Analogie solchermaßen bezeichneter Elemente und auch den Verweis auf die anhand der Fig. 1 gegebenen Erläuterungen beinhalten.

Im Rahmen des Antiblockiersystems 12, das nach dem Rückförderprinzip arbeitend vorausgesetzt ist, vorgesehene, den Radbremsen 14 und 16 sowie 17 und 18 einzeln zugeordnete Einlaßventile 101 bis 104 und Auslaßventile 106 bis 109, mittels derer sowohl bei einem Antiblockier-Regelzyklus als auch bei einem Antriebs-Schlupf-Regelzyklus an der Hinterachse Bremszug-Abbau-, Bremsdruck-Halte- und Bremsdruck-Aufbauphasen der jeweiligen Regelungsart steuerbar sind, werden mit dieser Funktion auch für die Bremsdruck-Steuerung ausgenutzt, welche durch das Überschreiten des Schwellenwert  $p_s$  der Geschwindigkeit ausgelöst wird, mit der sich der an den Druckausgängen 33 und 37 des hier stark vereinfacht dargestellten Bremsgeräts 13 anstehender Druck ändert. Analog zur Ausnutzung der Rückförderpumpe 98 des Hinterachs-Bremskreises II als Druckquelle für die Antriebs-Schlupf-Regelung, die nach dem Prinzip arbeitet, ein zum Durchdrehen neigendes, angetriebenes Fahrzeugrad durch Aktivierung seiner Radbremse 17 oder 18 wieder zu verzögern, wobei im Antriebs-Schlupf-Regelungsbetrieb die Einspeisung von Bremsflüssigkeit in die Rückförderpumpe 98 mittels einer Vorladepumpe 99 erfolgt, welche Bremsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter 49 des Bremsgeräts 13 zur Eingangsseite der Rückförderpumpe 98 fördert und, für sich allein gesehen, einen Ausgangsdruck von bis zu 10 bar entfaltet, wird als Hilfsdruckquelle für die Bremsdruck-Steuerung am Vorderachs-Bremskreis I ebenfalls die diesem zugeordnete Rückförderpumpe 98' und eine zusätzlich für den Vorderachs-Bremskreis I vorgesehene Vorladepumpe 99' ausgenutzt, welche ebenfalls Bremsflüssigkeit aus dem Vorratsbehälter 49 zur Eingangsseite der Rückförderpumpe 98' des Vorderachs-Bremskreises I fördert.

Die beiden Vorladepumpen 99 und 99', denen jeweils ein Druckbegrenzungsventil 112 parallel geschaltet ist,

die den Ausgangsdruck der jeweiligen Vorladepumpe 99 bzw. 99' auf dem genannten Wert von 10 bar begrenzen, sind ausgangsseitig über je ein Ausgangs-Rückschlagventil 113 bzw. 114 an die sich zu den Vorderradbremmen 14 und 16 bzw. zu den Hinterradbremmen 17 und 18 hin verzweigenden Abschnitte 32' bzw. 36' der Hauptbremsleitungen 32 bzw. 36 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II angeschlossen, so daß schon allein durch Aktivierung der Vorladepumpen 99' und 99 — im Zuge der Bremsdruck-Steuerung — ein mäßiger Bremsdruck in den jeweiligen Radbremsen 14 und 16 bzw. 17 und 18 aufbaubar ist.

Das im Rahmen der Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) 100 als ASR-Funktionssteuerventil vorgesehene 2/2-Wege-Ventil 39, mittels dessen der sich zu den Hinterradbremmen 17 und 18 verzweigende Abschnitt 36' der Hauptbremsleitung 36 des Hinterachs-Bremskreises II gegen den diesem zugeordneten Druckausgang 37 des Bremsgeräts 13 absperrbar ist, wird mit dieser Funktion auch im Zuge der Bremsdruck-Steuerung ausgenutzt. Das zu diesem Funktionssteuerventil 39 analoge Funktions-Steuerventil, mittels dessen im Zuge einer Bremsdruck-Steuerungs-Phase der sich zu den Vorderradbremmen hin verzweigende Abschnitt 32' der Hauptbremsleitung 32 des Vorderachs-Bremskreises I gegen den diesem zugeordneten Druckausgang 33 des Bremsgeräts 13 absperrbar ist, ist wiederum mit 38 bezeichnet.

Bremsdruck-Abbauventile, über die in Bremsdruck-Abbau-Phasen sowohl der Bremsdruck-Steuerung als auch der Antriebs-Schlupf-Regelung an der Hinterachse Bremsflüssigkeit aus der Rücklaufleitung 116 bzw. 117 des Vorderachs-Bremskreises I bzw. des Hinterachs-Bremskreises II zum Vorratsbehälter 49 der Bremsanlage 10 hin abströmen kann, sind mit 118 bzw. 119 bezeichnet und werden aus ihren sperrenden Grundstellungen 0 gleichzeitig mit der Umschaltung der Funktionssteuerventile 38 und 39 in deren Durchfluß- bzw. Sperrstellung in ihre Durchflußstellungen I umgeschaltet.

Der/die zur Bremsdruck-Sollwert-Erfassung vorgesehene(n) Drucksensor(en) 76 oder/und 77, die Drucksensoren 78 und 79, mittels derer die Bremsdruck-Istwerte an den Vorderradbremmen erfaßbar sind, sowie die beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 den beiden Druckausgängen 29l und 29r des Antiblockiersystems 12 zugeordneten Druck-Sensoren 81r und 81l sind nach Aufbau und Funktion den entsprechend bezeichneten Sensoren des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 analog.

#### Patentansprüche

1. Bremsdruck-Steuereinrichtung für ein Straßenfahrzeug mit hydraulischer Mehrkreis-Bremsanlage, insbesondere Zweikreis-Bremsanlage mit statischen Bremskreisen, in die durch Pedalbetätigung eines Bremsgeräts pedalkraft-proportionale Drücke einkoppelbar sind, mit einem auf dynamisch stabiles Verzögerungsverhalten des Fahrzeuges ausgelegten Antiblockier-System und mit einer auf den momentanen Betätigungszustand des Bremsgeräts ansprechenden, für diesen charakteristische elektrische Ausgangssignale, die ein Maß für den vom Fahrer gewünschten Betrag der Bremskraft bzw. Fahrzeugverzögerung sind, erzeugenden Sensoreinrichtung, deren Ausgangssignale einer elektronischen Steuereinheit zugeleitet sind, die aus ei-

ner Verarbeitung dieser Ausgangssignale Ansteuerungssignale für eine Bremsdruck-Stelleinrichtung erzeugt, durch deren Ansteuerung mindestens in die Vorderradbremmen des Fahrzeuges ein höherer Bremsdruck einkoppelbar ist als der mit dem momentanen Betätigungszustand des Bremsgeräts verknüpfte Erwartungswert des Bremsdruckes, wobei eine Ansteuerung der Bremsdruck-Stelleinrichtung im Sinne der erhöhten Bremsdruckentfaltung mindestens dann ausgelöst wird, wenn die Änderungsrate der bei einer Bremsdruck-Aufbau-Betätigung des Bremsgeräts den Betätigungszustand desselben repräsentierende Größe einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet, dadurch gekennzeichnet, daß die überwachte Zustandsgröße die Kraft ist, die auf das Bremspedal (19) ausgeübt oder als damit direkt korrelierte Größe der Ausgangsdruck der im Bremsgerät (13) in direkter Proportionalität zur Pedalbetätigungskraft erzeugt wird, wobei das Bremsgerät (13), wenn der Schwellenwert der Zustandsänderung überschritten wird, gegen die Hauptbremsleitung(en) (32 und/oder 36) der/desjenigen Bremskreise(s) (I und/oder II) abgesperrt wird, in denen/dem die mittels der Bremsdruck-Steuereinrichtung (11) gesteuerte, erhöhte Bremsdruckentfaltung erfolgt.

2. Bremsdrucksteuereinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Drucksensor (76 und/oder 77) vorgesehen ist, der ein für den Druck in einem der Ausgangsdruckräume (22 und/oder 23) des Bremsgeräts (13) charakteristisches elektrisches Ausgangssignal erzeugt.

3. Bremsdrucksteuereinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Drucksensor (78 und/oder 79) vorgesehen ist, der ein für den Druck in mindestens einer der Vorderradbremmen (14 und/oder 16) charakteristisches elektrisches Ausgangssignal erzeugt und vorzugsweise auch mindestens ein Drucksensor (81), der ein für den Bremsdruck in mindestens einer der Hinterradbremmen (17 und/oder 18) charakteristisches Ausgangssignal abgibt.

4. Bremsdrucksteuereinrichtung nach Anspruch 2 oder Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß für beide Vorderradbremmen (14 und 16) je ein Drucksensor (78 und 79) vorgesehen ist.

5. Bremsdrucksteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für die beiden Hinterradbremmen (17 und 18) je ein Drucksensor vorgesehen ist.

6. Bremsdrucksteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Bremsdruck-Stellglied der Bremsdruck-Steuereinrichtung (11) mindestens ein Druckmodulator (43 und/oder 44) vorgesehen ist, der einen durch einen Kolben (52) gegen einen Ausgangsdruckraum (53) druckdicht beweglich begrenzten Steuerdruckraum (54) hat, durch dessen ventilsteuerte Druckbeaufschlagung mit dem Ausgangsdruck der Hilfsdruckquelle (48) der Kolben (52) im Sinne eines Bremsdruck-Aufbaues in dem an den Ausgangsdruckraum (53) angeschlossenen Bremskreis verschiebbar ist, und durch dessen ventilsteuerten Anschluß an den Vorratsbehälter (49) der Hilfsdruckquelle (48) der Kolben (52) im Sinne eines Druckabbaues im angeschlossenen Bremskreis (I bzw. II) verschiebbar ist, wobei der Kolben (52) durch ein vorgespanntes, federelastisches Rück-



stellelement (57) in seine minimalem Volumen des Steuerdruckraumes (54) und maximalem Volumen des Ausgangsdruckraumes (53) entsprechende Grundstellung gedrängt wird.

7. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach Anspruch 6, 5  
dadurch gekennzeichnet, daß zur Ankopplung des Steuerdruckraumes (54) des jeweiligen Druckmodulators (43 bzw. 44) an den Hochdruckausgang (56) der Hilfsdruckquelle (48), alternativ dazu an deren Vorratsbehälter (49), vorgesehene Bremsdruck-Steuerventile (46 und 47) als 3/3-Wege-Magnetventile ausgebildet sind, deren Grundstellung 0 eine den Steuerdruckraum (54) des jeweiligen Druckmodulators (43 bzw. 44) gegen den Hochdruckausgang (56) sperrende, jedoch mit dem Vorratsbehälter (49) der Hilfsdruckquelle (48) verbindende Durchflußstellung ist, deren bei Erregung des Steuer magnets (64) mit einem Steuersignal relativ niedriger Steuerstromstärke von z. B. 3 A 15  
eingenommene, erste erregte Stellung I eine Sperrstellung ist, in welcher der Steuerdruckraum (54) sowohl gegen den Hochdruckausgang (56) der Hilfsdruckquelle (48) als auch gegen deren Vorratsbehälter (49) abgesperrt ist, und deren bei Erregung ihres Steuer magnets (64) mit einem Steuersignal relativ höherer Steuerstromstärke von z. B. 6 A 20  
eingenommene, zweite erregte Stellung II wieder eine Durchflußstellung ist, in welcher der Steuerdruckraum (54) des Druckmodulators (43 bzw. 44) mit dem Hochdruckausgang (56) der Hilfsdruckquelle (48) verbunden, gegen deren Vorratsbehälter (49) jedoch abgesperrt ist. 30

8. Bremsdruck-Steuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, für ein Straßenfahrzeug, das 35  
sowohl mit einem Antiblockiersystem (ABS) als auch mit einer Einrichtung zur Antriebs-Schlupf-Regelung (ASR) und/oder einer Einrichtung zur elektronisch gesteuerten Vorderachs-/Hinterachs-Bremskraftverteilung (EBKV) ausgerüstet ist, dadurch gekennzeichnet, daß für den Bremskreis (1) 40  
der nicht angetriebenen Fahrzeugräder (14 und 16) eine zur Antriebs-Schlupf-Regeleinrichtung für die angetriebenen Fahrzeugräder analoge Einrichtung zur Bremsdruck-Beaufschlagung vorgesehen ist, durch deren Ansteuerung in Abhängigkeit vom 45  
Ausgangsdruck des Bremsgeräts (13) und dessen Änderungen die Bremsdruck-Steuerung erzielbar ist.

9. Bremsdrucksteuereinrichtung nach Anspruch 8, 50  
für eine Straßenfahrzeug, mit Vorderachs-/Hinterachs-Bremskreisaufteilung, Hinterachsantrieb, einem ABS und einer ASR, bei der als Hilfsdruckquelle die Rückförderpumpe des Hinterachs-Bremskreises ausgenutzt ist, zu deren Bremsflüssigkeitsversorgung eine Vorladepumpe vorgesehen 55  
ist, dadurch gekennzeichnet, daß auch der Rückförderpumpe (98') des Vorderachs-Bremskreises (I) eine Vorladepumpe (99') vorgeschaltet ist.

10. Bremsdrucksteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß 60  
mindestens ein Kraft-Sensor vorgesehen ist, der ein für die auf das Bremspedal (19) ausgeübte Betätigungskraft charakteristisches elektrisches Ausgangssignal erzeugt. 65

11. Bremsdrucksteuereinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, gekennzeichnet durch ihre Ausbildung als Zusatzseinheit zu einer konventionellen

oder mit einem Antiblockiersystem (12) ausgerüsteten Bremsanlage (10) des Fahrzeuges.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

Fig. 1

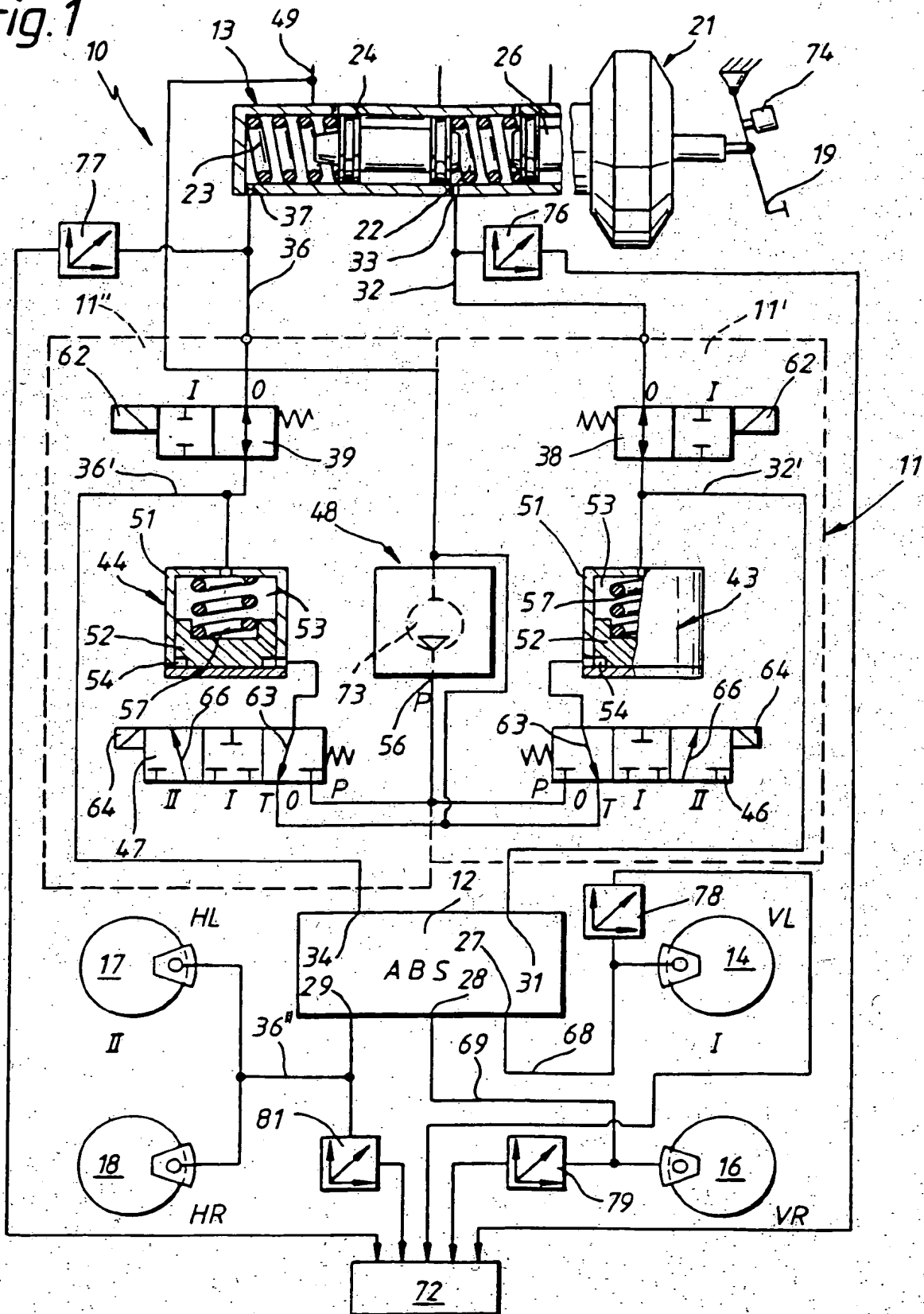


Fig. 2

